

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS NATURALES

Resumen de la tesis (doctorado en economía) defendida en FEA-USP el día 20 de mayo de 1996. Disponible en línea en

<http://jcbasilio.files.wordpress.com/2009/10/tese-doutorado-fea-usp-avaliacao-economica-dos-recursos-naturais.pdf>

Autor:

Pedro Hubertus vivas Agüero. Profesor asociado de economía, FEA-PUCSP. Más información en: <http://phva.ucoz.com.br>

1. ANTECEDENTES

La idea de elaborar este estudio surgió como un desafío a lo largo de mi vida profesional como economista, profesor universitario y como ciudadano interesado en contribuir en algo con mi país.

El primer desafío apareció en los años 1975-1977, cuando era contratado por "Oficina Nacional de Evaluación de los Recursos Naturales", ONERN (actualmente, el Instituto Nacional de Recursos Naturales, INRENA), Lima, Perú, para participar en el inventario físico-económico de los recursos naturales de mi país. En esa oportunidad, ya me fue posible observar - y lamentar - la falta de referencias y elementos de teoría y análisis económico específico y sistemático sobre el tema. Esta falta total de instrumental económico diametralmente opuesta a la observada en otras disciplinas, tales como en Agronomía (suelos, forestales, pastizales), Ergología (agua) o Geología (recursos mineros u energéticos), todos los cuales tenían suficiente material, metodología, respetado instrumental técnico y amplia literatura consolidada.

Sentí también esta carencia en los años 1981-1984, cuando tuve a mi cargo el tema "recursos naturales y energéticos" en el Departamento de Ingeniería de la "Universidad Nacional Mayor de San Marcos", Lima, Perú.

Mi interés aumentó al asistir al "Simposio de Contabilidad Ambiental", organizado por el Banco Mundial y realizado los días 5-7 de noviembre de 1984, en Washington, DC, USA. En este cónclave, me di cuenta de que, cuando se trata de la evaluación económica del medio ambiente, la falta de trabajo sobre el tema fue incluso más grande del que yo había imaginado.

Sin lugar a dudas, a lo largo de la década de los 80 me dediqué para recoger documentos, publicaciones y reflexiones sobre el tema, además de familiarizarme con el material bibliográfico que fortaleciese los fundamentos teóricos y técnicos que diesen el respaldo necesario para tratar de llevar a la práctica un dispositivo constitucional del Perú relativo a la participación de las regiones en los ingresos generados por la explotación de los recursos naturales. Textualmente, aparece así:

"Corresponde a las áreas donde los recursos naturales se encuentran, una participación adecuada en el ingreso que produce su explotación" (art. 121 de la Constitución del Perú, 1979).

Este dispositivo pretendía consolidar la participación que el Departamento de Loreto ya había alcanzado (10% de la producción de petróleo, 1976) y fomentó que otros áreas sucesivamente se vayan incorporando en esta propuesta

(Madre de Dios, 3% del valor de la venta de oro, 1980; Tumbes y Piura, 10% sobre el petróleo y gas, 1983).

Por otro lado, algunos recursos naturales ya pagaban al tesoro nacional, un Canon o regalía por su explotación correspondiente, como la actividad pesquera (1.5% del valor FOB, por las exportaciones de harina de pescado, 1969), o pasaran luego a pagarla, como la explotación forestal (entre mil y 3 mil soles por m³ de madera, 1982), agua (entre 0,001 y 0,015 intis/m³ de agua, 1987).

Este conjunto de conocimientos, combinada con la provisión de información relacionada que he encontrado en Brasil, me permitió elaborar el estudio indicado inicialmente. Por supuesto, nunca pretendió considerar agotado el tema, o algo como eso. Por el contrario, es una pequeña parte de un esfuerzo que ya ha recorrido un largo camino y cuyo seguimiento debe ser la responsabilidad de equipos multidisciplinares y multiinstitucionales. En cualquier caso, puedo hacer el final de este trabajo, algunas sugerencias sobre los pasos que tendrían que dar en adelante.

2. ESTRUCTURA DE LA OBRA.

La tesis aparece con esta estructura:

- a) Introducción
- b) Concepto de valor, renta y precio
- c) Teoría económica y el valor o precio de los recursos naturales
- d) Métodos generales para evaluar los recursos naturales
- e) Métodos específicos para la evaluar los recursos naturales
- f) Conclusiones y extensiones

a) Introducción.

En la introducción a la obra, además de presentar el objetivo y metodología del mismo, están enumerados los diferentes conceptos de recursos naturales que a lo largo de la historia han ido apareciendo para definirlos. De estas definiciones surge la conocida división en recursos naturales "renovables" y "no renovables", estableciéndose que:

"Recursos **renovables** serían los bienes de la naturaleza que pueden ser sometidos a un uso durante largos períodos de tiempo, sin que sus reservas pierdan cantidad y calidad, ni su capacidad de regenerarse naturalmente, siempre que se exploten correctamente. Entre ellos se encuentran: la tierra agrícola, el agua dulce, los pastos naturales, bosques, pesca, etc" (Vivas 1996, p. 8).

"Recursos **no renovables** serían los bienes de la naturaleza cuyas existencias no pueden ser regeneradas naturalmente y que se agotan a una velocidad que depende del grado de su explotación y de las leyes de la entropía. Entre ellos se encuentran: los recursos minerales (metálicos y no-metálicos), los recursos energéticos (petróleo, carbón y gas natural), y otros." (Vivas 1996, p. 8).

Además, en esta primera parte del trabajo se hace un estudio de la literatura histórica existente sobre la economía de los recursos naturales, encontrándose por ejemplo referencias explícitas en Alfred Marshall (1879), quien criticaba la contabilidad británica de esos días por no considerar adecuadamente los servicios de los recursos naturales, y en Lewis Cecil Gray (1913) quien llega a formular un modelo que pretende explicar el valor de los recursos naturales como función del flujo descontado de los ingresos futuros generado por su explotación.

Después de la revisión de la literatura económica existente, de la que se han omitido aquellos artículos cuyo propósito principal no fue la evaluación económica de los recursos naturales o cuyo enfoque fue parcial, fue posible llegar a las siguientes conclusiones:

- (a) La mayoría de las investigaciones y propuestas surge en los últimos 30 años mayormente como resultado de la preocupación por el medio ambiente y, en menor medida, por la escasez de los recursos naturales propiamente dicho. Se podría afirmar entonces que mayormente son las preocupaciones por el medio ambiente las que llevan a los investigadores a tratar estos temas;
- (b) Algunas propuestas emergen como reflexiones subjetivas sobre problemas concretos (Marshall, Ise, Ciriacy-Wantrup, Kapp etc.) y otros son obra de un alto refinamiento analítico (Hotelling, Keynes, Scott, Barnett y Morse, Peterson y Fisher, Pearce etc.);
- (c) Las formas de evaluar los recursos naturales van desde aquella basada en la economía dinámica (Hotelling, Keynes, Scott, Solow etc.) para la que el valor de los recursos está dada principalmente por sus posibilidades de ganancias futuras, expresado en conceptos de "precio neto", "costo de uso", "renta de escasez", "precio sombra" y todos aquellos otros conceptos equivalentes entre sí. Luego viene la evaluación basada en un análisis estático (Ise Munasingue y Lutz) y también la que emplea métodos mixtos, tratando de determinar la renta sostenible "real" y, por diferencia, el valor de los recursos naturales utilizados o "costo de uso" (El Serafy, Mueller, Motta, Young). Este último método, que se aplica en Brasil, muestra altos niveles de costos de uso y un comportamiento errático de estos, a lo largo del tiempo.
- (d) Algunos de los trabajos resumidos muestran que, en general, los recursos naturales son relativamente abundantes, o que avances tecnológicos serán capaces de superar sus limitaciones en el futuro (Barnett y Morse, Cairns). Otros trabajos, sin embargo, afirman que los recursos naturales son escasos o existen tendencias hacia una creciente escasez de los mismos (Meadows, Georgescu-Roegen).
- (e) Aunque todos los trabajos revisados versen sobre la economía de los recursos naturales, no existe en ellos un tratamiento específico y sistemático sobre cómo estimar el valor y el precio de los mismos. En particular, carecen de

teoría económica de soporte y de métodos específicos para hacer los cálculos de valoración.

b) Concepto de valor, renta y precio

Los conceptos de valor, renta y precio fueron y son una causa de un apasionado debate entre las escuelas de la economía que se ocupan del tema, por lo que para nuestros fines vamos a tomar sólo la posición del mayor representante de cada escuelas.

Sobre el término **valor**, Adam Smith (1776), el más grande de los clásicos, enseña que este término equivale al valor de intercambio de bienes o a la cantidad de trabajo incorporado en su fabricación, extracción o uso (costes de producción), o al poder adquisitivo de los mismos. William Stanley Jevons (1871), el mayor representante de los neoclásicos, afirma que el valor de las mercancías está en función tanto de su utilidad marginal como del grado de escasez de las mismas.

Sobre el concepto **precio**, los clásicos en general (Smith, Ricardo y Mill) afirman la existencia de un "precio natural" (que es la representación del valor de los bienes) y un "precio de mercado" (que es circunstancial y resultado de la oferta y la demanda de bienes). Sin embargo, con el tiempo el precio de mercado tiende a nivelarse con el precio natural. Para los neoclásicos en cambio, los precios no serían más que la representación del valor de los bienes, siendo la oferta y la demanda las que se encargan de cuantificar este concepto.

En esta confrontación entre clásicos y neoclásicos, entra en el tercio Alfred Marshall (1890), quien define la discusión (síntesis neoclásica) señalando que en el corto plazo tiene mayor fuerza la tesis del mercado en la formación de precios, pero a largo plazo serían los costos de producción los que determinan el valor (Marshall, 1985 vol. II p. 35).

Sobre el **valor** y el **precio** específico de los recursos naturales, aparecen de nuevo las tesis de los clásicos y neoclásicos, cada uno tratando de responder a las preguntas planteadas. Para los clásicos, como Smith, los recursos naturales tienen valor equivalente al poder adquisitivo o de marketing. El valor de los recursos naturales, según los neoclásicos, es función de la utilidad presente o futura y del grado de escasez en un espacio determinado. Esto significa que los recursos naturales, que son útiles y escasos (tierra agrícola, agua, bosques y minas), forman sus precios al igual que cualquier bien y que, por el contrario, los bienes abundantes y libres (como el aire, la energía solar, el viento etc.) no tendrían ningún valor y menos un precio.

Sobre el concepto de **renta**, ésta normalmente es definida como la remuneración pagada a los factores productivos (tierra, trabajo y capital) por su participación en el proceso productivo. Para los clásicos, en especial, la renta de la tierra aparece porque las tierras más fértiles y bien ubicadas son escasas y de propiedad privada. Ahora bien, como la población se encuentra en continuo crecimiento, se ve obligada a cultivar sucesivamente tierras menos fértiles, más distantes y de mayor costo de producción. Así, las tierras mejor ubicadas y de alta rentabilidad tendrán altas rentas, mientras que conforme las tierras se vuelven más distantes y pobres irá disminuyendo su renta hasta llegar a cero ("renta diferencial" de Ricardo). En este sentido, la renta de la tierra no sería el resultado del esfuerzo humano sino de la escasez de estos bienes, o del monopolio de la misma ("renta de escasez" de Marshall).

c) Teoría económica y el valor o precio de los recursos naturales

En todos los cursos de microeconomía se estudia el comportamiento de los agentes productivos: los consumidores y productores, quienes buscan maximizar su bienestar o su beneficio, con la mejor asignación de los bienes de consumo o de los factores productivos, respectivamente.

En el caso de los consumidores, se dispone de la teoría del consumidor, que obedece a la siguiente deducción algebraica (Ferguson y Gould, 1979 p. 24-29).

1) A partir de la función de utilidad $U = U(X, Y)$ y el presupuesto $B = P_x X + P_y Y$

2) Se decide maximizar la utilidad (U) sujeta a la restricción del presupuesto (B):

$$\text{Max. } Z = U(X, Y) + \lambda (B - P_x X - P_y Y) = 0$$

3) Ahora derivando parcialmente Z con respecto a X e Y se logra:

$$\begin{aligned} \frac{\partial Z}{\partial X} &= X' - \lambda P_x = 0 \quad \rightarrow \quad X' = \lambda P_x \quad \rightarrow \quad \lambda = X'/P_x \\ \frac{\partial Z}{\partial Y} &= Y' - \lambda P_y = 0 \quad \rightarrow \quad Y' = \lambda P_y \quad \rightarrow \quad \lambda = Y'/P_y \end{aligned}$$

4) Luego por el principio que establece que cuando dos cantidades son iguales a una tercera, éstas son iguales entre sí, tenemos:

$$X'/P_x = Y'/P_y \quad \text{o} \quad X'/Y' = P_x/P_y$$

5) Esto significa que en equilibrio la razón de las utilidades marginales de X e Y debe ser proporcional a su correspondiente razón de precios P_x y P_y :

$$\frac{U_{mg} X}{U_{mg} Y} = \frac{P_x}{P_y}$$

- 6) Ahora bien, si definimos un nivel de bienestar determinado, la constante (C), entonces tenemos:

$$U(X, Y) = C.$$

- 7) Aplicando derivadas totales para encontrar la tasa Marginal de Sustitución (TMS), obtenemos estos resultados:

$$\frac{\partial U}{\partial X} dx + \frac{\partial U}{\partial Y} dy = 0 \quad \rightarrow \quad \frac{\partial U}{\partial X} dx = - \frac{\partial U}{\partial Y} dy$$

- 8) Como en el punto 3), representamos

$$\frac{\partial U}{\partial X} = X' \quad y \quad \frac{\partial U}{\partial Y} = Y'$$

- 9) De esta manera obtenemos la tasa marginal de sustitución:

$$X'dx = - Y'dy \quad \rightarrow \quad \frac{X'}{Y'} = - \frac{dy}{dx}, \text{ que es la TMS buscada.}$$

- 10) En resumen:

$$\text{TMS}_{x \text{ por } y} = \frac{U_{mg} X}{U_{mg} Y} = \frac{P_x}{P_y} = - \frac{dy}{dx}$$

Por el lado del productor, tenemos la teoría de la firma que obedece al siguiente razonamiento (Kafka, 1985 p. 275-276):

- 1) Dado que la producción es función del capital y el trabajo y el costo total es la suma del capital por la tasa de interés más el trabajo por el salario, tenemos

$$X = X(K, L) \quad y \quad CT = rK + wL$$

- 2) Luego se decide maximizar la producción (X) sujeta a la restricción del presupuesto (CT).

$$\text{Max. } Z = X(K, L) + \lambda (CT - rK - wL) = 0$$

- 3) Obteniendo las derivadas parciales de Z con respecto a K y L se logra:

$$\begin{aligned} \frac{\partial Z}{\partial K} &= K' - \lambda r = 0 \quad \rightarrow \quad K' = \lambda r \quad \rightarrow \quad \lambda = K'/r \\ \frac{\partial Z}{\partial L} &= L' - \lambda w = 0 \quad \rightarrow \quad L' = \lambda w \quad \rightarrow \quad \lambda = L'/w \end{aligned}$$

- 4) Por el principio que establece que cuando dos cantidades son iguales a una tercera, ellas son iguales entre sí, se deduce

$$K'/r = L'/w \quad o \quad K'/L' = r/w$$

- 5) Esto significa que en equilibrio la razón entre las productividades marginales de K y L, debe ser proporcional a su correspondiente razón de precios r y w.

$$\frac{P_{mg} K}{P_{mg} L} = \frac{r}{w}$$

6) Si establecemos un nivel de bienestar determinado o constante (C), entonces:

$$X(K, L) = C.$$

7) Aplicando derivadas totales para encontrar la Tasa Marginal de Sustitución Técnica (TMST), tenemos:

$$\frac{\partial X}{\partial K} dK + \frac{\partial X}{\partial L} dL = 0 \quad \rightarrow \quad \frac{\partial X}{\partial K} dK = - \frac{\partial X}{\partial L} dL$$

8) Como en la 3), representamos

$$\frac{\partial x}{\partial K} = K' \quad y \quad \frac{\partial x}{\partial L} = L'$$

9) Por lo tanto, tenemos

$$K'dK = - L'dL \quad \rightarrow \quad \frac{K'}{L'} = - \frac{dK}{dL}, \quad \text{que es la TMST buscada.}$$

10) En resumen:

$$\text{TMST}_{K \text{ por } L} = \frac{P_{mg} K}{P_{mg} L} = \frac{r}{w} = - \frac{dw}{dr}$$

Al confrontar la teoría del consumidor y la teoría de la firma obtenemos lo que se conoce como la teoría del bienestar (Ferguson y Gould 1979 p. 457-477) en la que hipotéticamente la igualdad debe darse para todos los bienes de consumo (X e Y) y factores de producción (K y L):

$$\text{TMS}_{X \text{ por } Y} \equiv \text{TMST}_{K \text{ por } L} \quad o \quad \frac{P_X}{P_Y} \equiv \frac{r}{w}$$

De esta manera, según la teoría microeconómica, uno podría determinar sucesivamente el nivel de los precios de los bienes de consumo (P_X , P_Y , etc.) o la remuneración de los factores productivos (r , w , etc.).

Esto de alguna manera sería el principio del orden natural o "la mano invisible" de Adam Smith (1776), presentado bajo la forma de razonamiento algebraico. De hecho, muchos otros economistas ayudaron a perfeccionar este sistema. Entre ellos destacan Walras (1874), Hicks (1939), Samuelson (1945), Debreu (1959) y más recientemente Sakashita (1990).

En el caso de los **recursos naturales**, y según la teoría del consumidor, entre los bienes disponibles para el consumo se puede tener, por ejemplo, el agua para beber o para la limpieza doméstica (no el agua de riego o para la industria, porque tal uso es parte de la teoría de la producción), la recolección

de frutos silvestres, la caza de animales salvajes, los árboles usados para leña o construcción de viviendas (ya que no son usados por una empresa o para darlos en alquiler. Estos dos casos se analizaría con la teoría de la firma) o los escenarios naturales como son las reservas, los parques, ... etc.

En todo caso, todos o casi todos los bienes finales en la economía tienen un contenido mayor o menor de recursos naturales. Sin embargo, para el objeto de este estudio, se supone que existe un bien que no es recurso natural y un recurso natural puro (en el campo por ejemplo), siguiendo este razonamiento:

En la economía hay dos bienes, X_1 y X_2 :

X_1 = un bien que no es recurso natural

X_2 = un bien recurso natural

El consumidor forma su función de utilidad en base a la posibilidad de combinaciones de estos dos bienes de consumo:

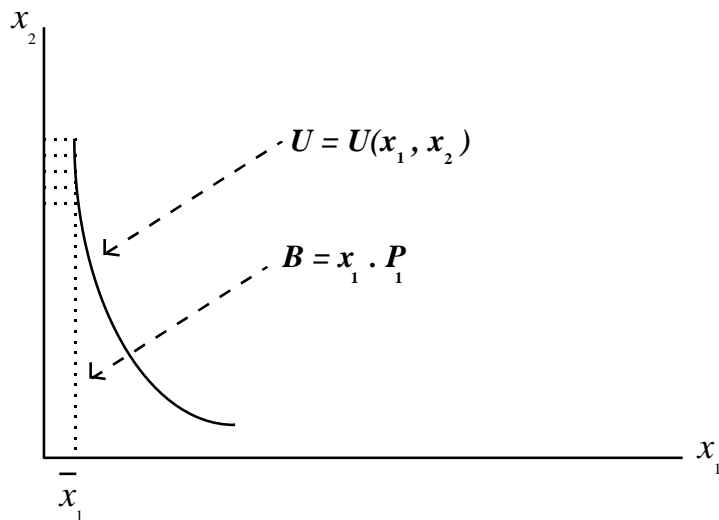
$$U = U(x_1, x_2)$$

Hay un presupuesto del consumidor, B , y un sistema de precios en la economía. Se considera a X_2 , el recurso natural, como un "bien libre" con precio cero o $P_2 = 0$.

Considerando que el consumidor debe agotar su presupuesto, tenemos:

$$B = x_1 \cdot P_1 + x_2 \cdot P_2$$

Con $P_2 = 0$, el presupuesto es vertical y limita sólo el consumo de x_1
(Gráfico Nº 1)

Gráfico 1: Maximización del consumo con precio $P_2 = 0$ 

En este escenario, puede existir no uno sino muchos puntos de equilibrio del consumidor, ya que puede consumir todo lo que quisiera de X_2 , hasta saciarse o hasta el agotamiento total del recurso, implicando, en ambos casos, la disipación y el uso indebido de estos recursos.

Puesto que la

$$TMS = \frac{UMgx_1}{UMgx_2} = \frac{P_1}{P_2}$$

y considerando el supuesto de $P_2 = 0$, se obtiene:

$$\frac{P_1}{0} = \frac{UMgx_1}{UMgx_2} = \infty$$

El uso intensivo y sin límite de este recurso llevará, sin embargo, al progresivo agotamiento de las reservas, hasta que alguien (el gobierno o el propietario del recurso) establezca cupones de racionamiento y/o precios elevados para lo poco que queda.

Asimismo, en la teoría de la producción, se asume que existen dos factores de la producción, L y T :

L = la fuerza de trabajo
 T = los recursos naturales o tierra

El productor combina estos factores como sigue: $Q = f(L, T)$.

Si, por otro lado, se tiene una cantidad de recursos monetarios CT para financiar la producción, es decir, pagar la renta de la tierra, r_1 y el salario del trabajo, w , obtenemos:

$$CT = w.L + r.T$$

El productor hace la asignación de recursos de manera proporcional a la productividad marginal que da el uso de los factores productivos y sus correspondientes recompensas. **Si el recurso no tiene ninguna remuneración (por ser libre, gratuito o "abundante"), entonces este proceso de optimización no se verifica, puesto que cada productor usa a voluntad ese recurso, sin preocuparse por los costos, límites o restricciones, que pueden conducir a deterioro, agotamiento o mal uso de los mismos.**

Así si en

$$CT = w.L + r.T$$

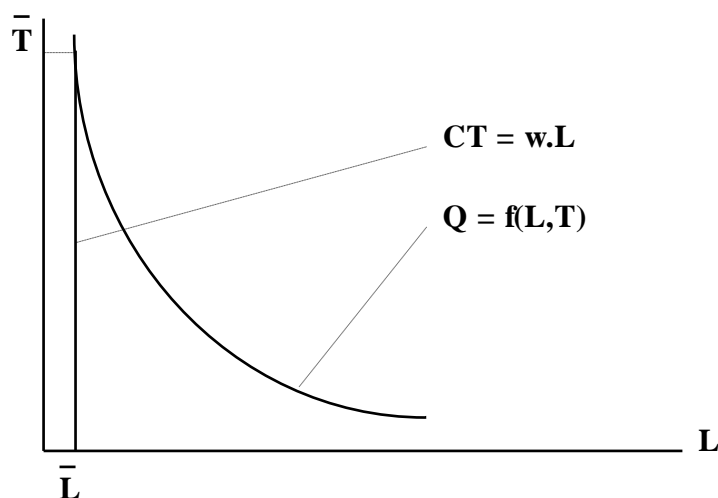
el precio del recurso natural es cero, entonces:

$$CT = w.L + 0.T = w.L \quad y$$

$$TMST_{L \times T} = \frac{PMg_L}{PMg_T} = \frac{w}{0} = \infty$$

En el gráfico 2, se muestra la inconsistencia de $r = 0$, que establece que la tangente entre las curvas $CT = L w$ y $Q = f(L, T)$ se den en un extremo superior, donde supuestamente $PMg_T = 0$ y como tal su $TMST = \infty$. Esto sería, entonces, un punto extremo de equilibrio, donde se estaría utilizando intensivamente la tierra. Más allá de este punto, unidades adicionales de T no se justifican porque se pasaría a obtener un producto más pequeño.

Gráfico2: Ausencia de un óptimo cuando $r = 0$



Confrontando los resultados obtenidos de la teoría del consumidor y de la teoría de la producción más la teoría del bienestar, para el caso de un recurso natural, sea un bien de consumo o un factor de producción, de precio cero; debería aparecer esta equivalencia:

$$\begin{array}{ccc} \text{TMS} & \equiv & \text{TMST} \\ \text{X1 por X2} & & \text{L por T} \end{array} \quad \text{o} \quad \frac{\text{PX1}}{\text{PX2}} = \frac{\text{w}}{\text{r}}$$

Sin embargo, como $P_{x2} = 0$ y $r = 0$, aparece esta incongruencia:

$$\frac{\text{PX}}{0} = \frac{\text{w}}{0}$$

Que no tiene una solución cuantitativa y menos una óptima determinación de los precios de los recursos naturales.

Esto indicaría que racionalizar el uso de los recursos naturales debe cobrarse un precio, tasa, royalty, alquiler o renta por el uso y aprovechamiento de ellos; incluso en caso de no estar determinado por el mercado, debería aparecer por medio de un impuesto o tasa. Sobre esto, ya desde los días del economista Harold Hotelling (1931, p. 143-5) se esperaba que los gobiernos participaran en el proceso de extracción de recursos naturales, porque en estas actividades de desperdicios, improvisaciones, ganancias extraordinarias, etc., los que extraen, dice Hotelling, deben ser controlados y gravados con impuestos, con el fin de maximizar el beneficio social.

d) Métodos generales para evaluar los recursos naturales

Desde el corolario anterior sobre la necesidad de imponer un precio a los recursos naturales, este capítulo introduce los métodos generales para los recursos renovables y no renovables, que permitan evaluar, establecer subsidios y encontrar los precios de los recursos naturales. Entre los métodos que se denominan generales, por sus posibilidades de aplicación a todos los recursos o a la mayoría de ellos, aparecen el método de la demanda derivada, el de la renta capitalizada, el de los costos de uso y el de la renta Ricardiana.

El método de la **demanda derivada**, como su nombre lo indica, trata de encontrar el valor y el precio del recurso en cuestión, sobre la base del conocimiento de la demanda de bienes finales en los que se suele utilizar este recurso natural. En términos generales, se observa el precio de un bien final, luego se calcula la proporción con la que participaría un recurso natural, que requiere ser evaluado, para finalmente imputar un precio a ese recurso. Por

ejemplo y en términos hipotéticos: si el oro se cotiza en la actualidad (2007) en un promedio de \$ 620,00/onza troy y si la materia prima básica para llegar a este valor, fluctúa alrededor de un 10% de este valor total, entonces el precio o regalía a cobrar por cada onza de oro minado sería US \$ 62,00. Este pago debe hacerse directamente a las arcas del gobierno central o compartir con los gobiernos regionales y aún municipales. Este cargo sería independiente de los otros impuestos que pagan generalmente todas las actividades productivas, tales como impuesto sobre la renta, entre otros. Si el precio de oro aumenta en su cotización mundial, entonces también la regalía indicada subiría en la misma proporción, siempre y cuando se la entienda como un pago por el uso y explotación de este recurso.

El método de la **renta capitalizada** se emplea para establecer el valor de un depósito de recursos naturales (no renovables) o el valor de un flujo existente de servicios de un recurso natural (renovable), cuando se trata de compra-venta, compensación (indeminización) o figuras similares. Su valor no es más que la suma de todos los flujos periódicos de ingresos por cobrar (ingreso residual) o royalties o rentas a cobrar, debidamente descontados a una tasa apropiada. Por ejemplo, haciendo que V_0 sea el valor de depósito de los recursos naturales, R_t sea los flujos periódicos y futuros de ingresos residuales (ingresos totales menos costos totales), o royalties o rentas que el recurso está rindiendo a su dueño y r sea una tasa de descuento apropiada (la tasa de interés mercado, por ejemplo), tenemos:

$$V_0 = \sum \frac{R_t}{(1+r)^t}$$

Ahora si este recurso apropiadamente conservado, podría generar una renta perpetua, la fórmula se simplifica enormemente, porque entonces se pasaría a aplicar la fórmula de perpetuidades:

$$V_0 = \frac{R_t}{r}$$

Ejemplo: Un parque o reserva ambiental está generando un ingreso residual de \$ 20.000/año. Siendo la tasa anual de interés del mercado alrededor del 12%, ¿Cuál sería el VALor de este activo?. Aplicando la fórmula de perpetuidades, tenemos:

$$V_0 = \frac{20.000.00.}{0.12} = 166.666.67$$

Por lo tanto, cualquier persona o entidad, que causa daño irreversible contra esta reserva ambiental, debe pagar al menos \$ 166.666.67, como compensación.

El **método del costo de la utilización** busca dimensionar correctamente el valor de los recursos naturales en el futuro, entendiendo que el grado de escasez creciente de los mismos indicaría un potencial mayor de ingresos por explotación de los mismos, sólo para posponer su uso. Esto requiere elaborar estudios del mercado prospectivo para los recursos naturales de interés, tratando de deducir lo que sería la renta de los mismos en los años siguientes. Por lo tanto, si alguien está interesado en aprovechar estos recursos hoy en día, además de los honorarios o derechos que debe pagar, también debe quedar un cargo adicional (para la pérdida o el posible agotamiento del recurso en el futuro). Este sería el fundamento de la existencia del pago de la "tasa de agotamiento", que generalmente debe hacer frente las operaciones mineras.

Hoy en día existe una escuela llamada la teoría del control óptimo, que está detrás de este tipo de razonamiento, siguiendo el trabajo seminal del ruso Pontryagin.

El **método de renta diferencial o renta ricardiana** indica que en cualquier espacio y tiempo existen diferencias entre los costos medios de explotación de recursos naturales, aunque sus precios finales de venta sean iguales para todos ellos (en el mismo mercado). Estas diferencias aparecen por las diferencias en la ubicación geográfica de los productores o por la mayor o menor fertilidad o contenido fino del recurso. Luego, el valor de este depósito o recurso natural en general, sería igual a la suma de las diferencias de estas rentas futuras descontadas adecuadamente hasta la actualidad y su precio o remuneración periódica sería igual a los aumentos en el valor con el tiempo.

$$\text{VALor de los recursos naturales, } V_o = \sum \frac{C_{mej} - C_{mei}}{e^{rt}}$$

$$\text{Alquiler ou royalties anual, } A = \frac{dV_o}{dt}$$

e) Métodos específicos para evaluar los recursos naturales

Como consecuencia de todas las reflexiones y análisis presentados anteriormente, se llegó a acumular conocimientos y técnicas suficientes para intentar dar valor a los principales recursos naturales como las tierras agrícolas, el agua, los bosques, los paisajes naturales, la pesca, y los recursos mineros y energéticos. A continuación, verá un resumen de cada una de estas propuestas.

En el caso de la evaluación del **recurso suelo agrícola**, el más antiguo y posiblemente el más importante en nuestros días, el debate histórico es intenso y variado. De todas las posiciones existentes, se puede ya esbozar la más adecuada y factible para darle valor a un terreno o a los suelos agrícolas de un lugar.

El método sugerido es una mezcla de los métodos de Morehouse (1935) y Burt (1986), en el sentido de que el valor de una asignación de suelo agrícola sería igual a sus ingresos futuros esperados (como perpetuidad), más un factor de revalorización periódica (ganancia de capital, que puede ser positiva o negativa), todos ellos descontados con una tasa de interés apropiada. Así tenemos:

$$V_o = \frac{R_i + V_k}{r}$$

Donde: V_o = VALor del suelo agrícola hoy

R_i = ingresos residuales periódicos de las tierras agrícolas

V_k = reVALorización periódica de los terrenos (plusVALía).

r = tasa de interés (tasa bancaria pasiva para depósitos).

Sobre **los recursos hídricos** o el agua, este recurso es vital para la supervivencia humana, así como para la flora y fauna y en general permite una amplia gama de actividades económicas y sociales. Ella puede ser considerada como un bien de consumo o bien final (consumo doméstico, recreación etc.) o como un insumo de la producción o bien intermedio (en la industria, la generación de energía o como medio de transporte). Además, el agua se puede clasificar teniendo en cuenta los cambios derivados de su utilización. Es decir, este uso puede ser consuntivo (el agua, después de ser utilizado ya no tiene las mismas condiciones cualitativas o cuantitativas para su posterior uso) o no consuntivo (puede ser utilizado más de una vez sin mayores problemas).

Uso **consuntivo** [1]

Doméstico urbano o municipal
Agricultura
Industrial

Uso consuntivo

Navegación y transporte
Generación de electricidad
Recreación y vida silvestre

Las preocupaciones de los economistas sobre el VALor y precio del recurso agua son antiguos, desde Marshall (1879). Sin embargo, la aparente abundancia de este recurso, la propiedad pública o común de muchas fuentes y la falta de un mercado del agua que forme sus precios y tarifas, explica la creencia común que el agua es un bien gratuito, de precio cero, cuyo uso debería someterse a los intereses de sus usuarios. Y, al requerirse un cierto

precio para su uso, este debe cubrir sólo los costos de capital y de operación y mantenimiento para su suministro.

Para darle VALor al recurso agua, en el caso de consumo consuntivo, uno puede tomar el principio del contaminador-pagador (Gibbons, 1986 y Saliba, 1989). Es decir, el VALor de los recursos sería exactamente equiVALente al costo de recuperación y potabilización, además de los costos de capital y de explotación y distribución de este recurso.

Para el caso de uso no consuntivo, tanto como medio de transporte o para la generación de electricidad, el VALor sería equiVALente a "costo de oportunidad". Es decir, nos preguntamos ¿cuál sería el precio que tenemos que pagar los usuarios, si no hubiese corrientes de agua y serían necesario rutas alternativas de transporte (para vehículos, trenes, etc.) o no existiese la fuerza del agua en electricidad y habría que sustituirla (petróleo, carbón, gas, etc.). La diferencia neta entre estas dos alternativas sería el VALor del recurso agua. En el caso de las reservas para recreación y vida silvestre, el VALor del agua, no sería un costo sino al contrario un beneficio, puesto que la existencia de este tipo de reservas es posible gracias a la existencia del recurso agua.

Sobre **silvicultura**, ésta se encuentra formada por el manto de árboles, plantas y flora en general, que viven en forma natural por toda la superficie de la tierra. Según Armas (1981, p. 36-8), estos recursos se pueden clasificar así:

Bosque natural	Según su composición florística	Bosques homogéneos bosques heterogéneos
	De acuerdo a su accesibilidad y su fragilidad	bosques de producción bosques de protección

Los **bosques homogéneos** son propios de climas templados (Europa Central y América del norte) y se caracterizan por su composición florística simple, con un bajo coeficiente de mezcla, lo que permite la existencia de pocas especies por unidad de superficie, pero de alto VALor en fibra, pulpa y madera.

Los **bosques heterogéneos** son propios de áreas tropicales y se caracterizan por presentar una composición florística, con un alto coeficiente de mezcla. Es decir, tienen un alto número de especies por unidad de superficie, sin embargo bajo o pobre VALor en fibra, pulpa y madera.

Los **bosques de producción** son aquellos que presentan condiciones ecológicas adecuadas para su extracción, en forma permanente y sostenible, además de ser de fácil acceso.

Los **bosques de protección** presentan condiciones ecológicas desfavorables para su explotación adecuada, con deficientes condiciones de accesibilidad. En

cambio, presentan un gran VALor en la protección del medio ambiente, en lo que se refiere a prevenir la erosión del suelo y a regular los afluentes de agua. Además, son fuente de preservación de flora y fauna, así como tienen un VALor estético, adecuado para la recreación y el turismo.

En este sentido, entonces, no todo lo que es bosque natural debe identificarse como de posible extracción y procesamiento, aunque en el mundo en general se observa un proceso de intensa extracción de estos recursos, como puede verse en la siguiente tabla.

Bosques tropicales: existencia y extracción, 1996 (millones ha).

Categorías	Mundo	Brasil
Inicialmente existentes	1500-1600	462
Actualmente existentes	900	420 *
Superficie deforestada	600-700	42 **
Media de deforestadas y degradadas / año	20	3, 5-4, 8 *

Fuentes:Elaborado en base a los datos de: Anderson y Bojo, 1991, p. 1 (en el caso del mundo).

* Motta & mayo de 1992, p. 6, 9.

** El **Estado de São Paulo**, 05.09.93 - "Especial de la Amazonía" (en el caso de Brasil).

Visto el creciente grado de destrucción y los abusos en el uso de estos recursos, el método recomendado para darle VALor a los recursos existentes en las áreas de producción, sería el de costo de sustitución (Mikesell, 1989); así cualquier permiso de explotación o extracción sostenible de este recurso debería ser cubierto con pagos equiVALentes a su costo de recuperación total. Estos pagos a su vez deben estar destinados a ejecutar programas de recuperación de los bosques tropicales. De esta manera se garantizaría el mantenimiento y, por qué no, la recuperación de las áreas perdidas de bosques en el mundo.

Sobre los **escenarios naturales**, la naturaleza también ofrece espacios que destacan por su belleza natural, biodiversidad de flora y fauna silvestre, además de agradar a todos con su amplitud y placer, siempre que cada uno contribuya a la conservación de su integridad natural. La clasificación de estas zonas sigue una serie de criterios, uno de los cuales podría ser el siguiente:

- (a) Áreas de preservación permanente (restingas, márgenes de ríos, lagos, costas y playas del mar etc.);
- (b) Áreas de patrimonio nacional (Amazonía, Mata atlántica, Sierra del Mar, el Pantanal y la Zona Costera);
- (c) Las zonas de conservación (reserva biológica, estación ecológica, parque nacional, parque regional, parque municipal, monumento natural, refugio de vida silvestre etc.).

Las dimensiones de estas superficies son considerables. Por ejemplo, el espacio ocupado por el Bosque Atlántico alcanza 13% del territorio nacional y

el espacio de reservas y parques nacionales llega casi al 4% del territorio brasileño.

El método recomendado para eVALuar el recurso escenario natural sería el VALor de existencia (Krutilla y Fisher, 1976), que incluye las opiniones de los consumidores reales y potenciales de estos recursos y exteriorizan su satisfacción por saber que ciertas especies de la naturaleza, conocidas o raras, todavía existen y muestran disposición a pagar por su conservación.

Sobre los **recursos pesqueros** o fauna hidrobiológica, en general, ella habita en los mares, ríos y lagos que existen y, en conjunto, significan más del 70% de la superficie de la tierra. Sin embargo, toda esta superficie no tiene necesariamente la misma fertilidad y productividad en flora y fauna. Más adelante se presenta un esquema-síntesis, basado en un informe de la FAO (FAO, 1992, p. 3), que permite visualizar este hecho.

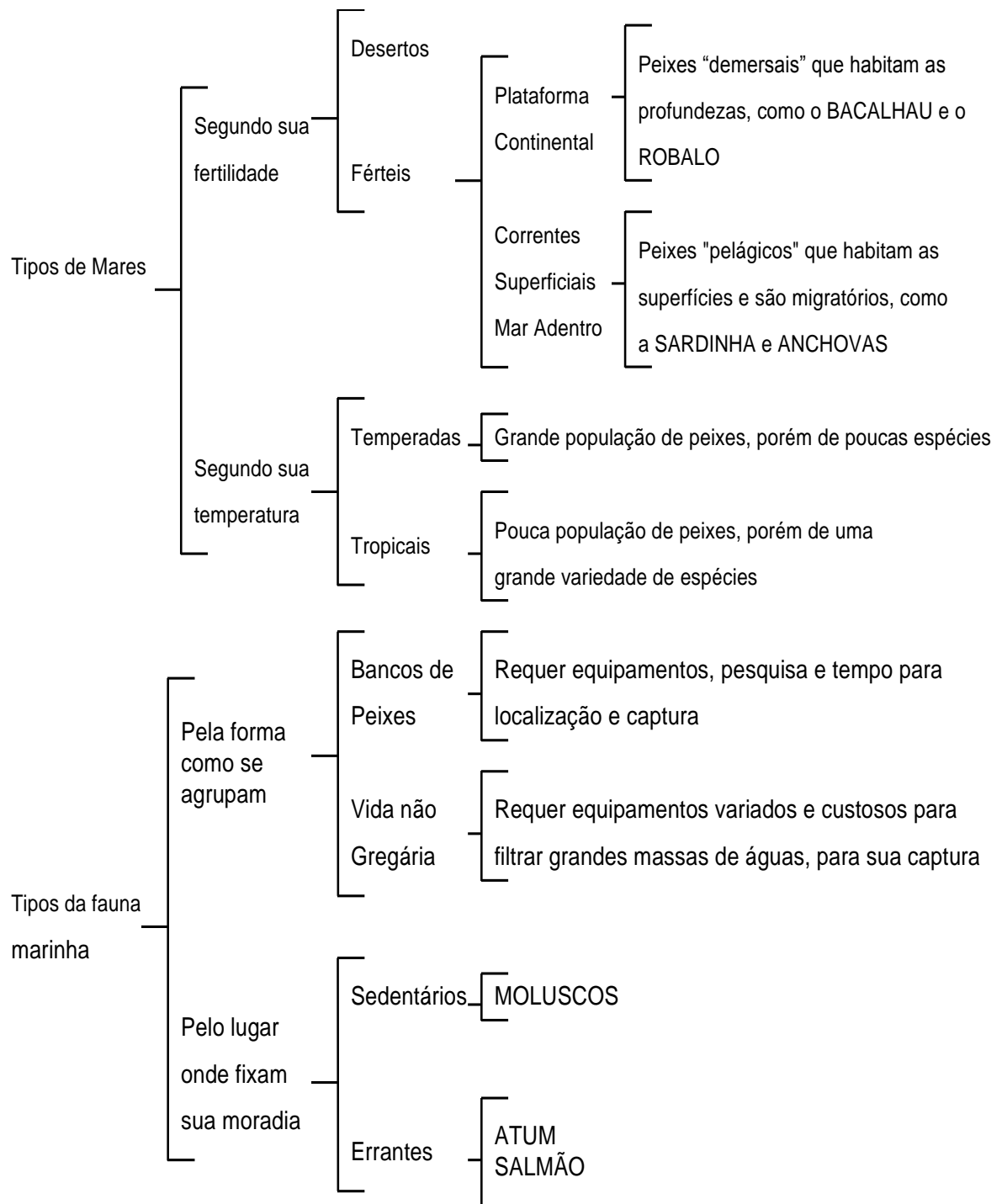
Una parte importante de la dieta humana se compone de los recursos hidrobiológicos. En este sentido, está aumentando el volumen de la extracción de peces en el tiempo. Entre los años 1948 y 1990 se registra un aumento continuo del volumen de la pesca marina mundial, de 18 a 83 millones de toneladas/año (FAO, 1992, p. 4).

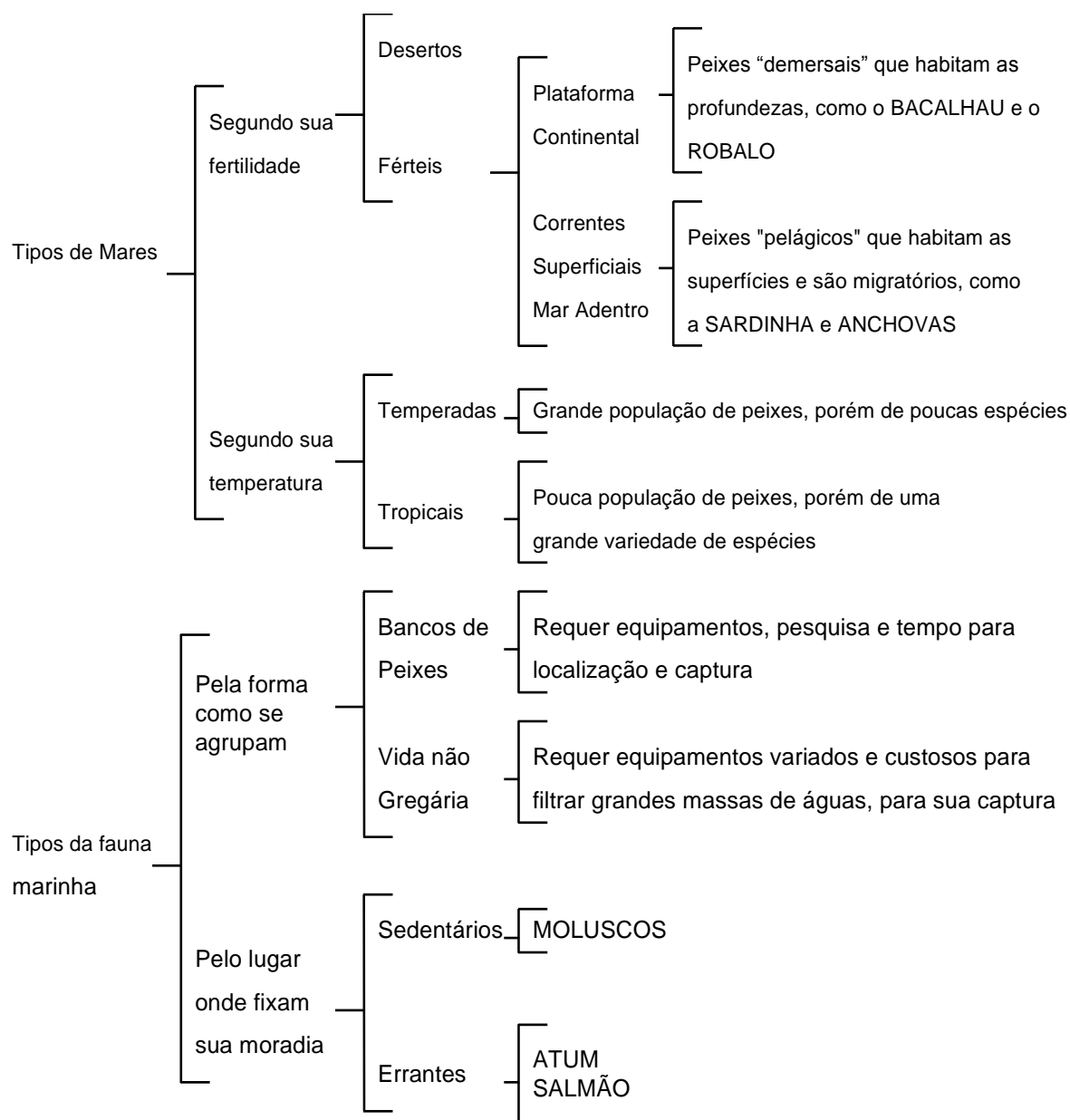
La captura total de pescado en el mundo, tanto en aguas continentales como en los mares en general, llega hoy a casi 100 millones de toneladas/año de las cuales el 85% procede de la pesca marítima, especialmente en los océanos Pacífico y Atlántico.

Volumen de pesca mundial, 1990.

Pesca continental		Pesca en el mar	
Continente	Volumen millones t/año	Mares	Volumen millones t/año
África	1.9	Atlántico	21.8
América del norte	0.5	Mediterráneo	1.5
América del sur	0.3	Océano Índico	6.2
Asia	10.2	Pacífico	52.9
Europa	1.4	Antártida	0.4
TOTAL	14,3	TOTAL	82,8

Fuente: Elaborado en base al documento de la FAO (op. cit. p. 9, fig. 22), que a su vez cita el documento de la FAO Year Book Statistics, Catches and Landing, 1990, vol. 70.





En cuanto a la eVALUación económica, formalmente fue H. S. Gordon (1954), quien comenzó el tratamiento sistemático de este recurso, particularmente de los recursos **demersales**. Él basa su análisis en las siguientes afirmaciones:

- El tamaño de la biomasa marina (X) es una función del volumen de la extracción de peces (H).
- El volumen de extracción (H) es una función tanto de la biomasa (X) como del esfuerzo realizado para la extracción de los peces (E).
- El costo originado por la extracción de peces (C) es una función del nivel de esfuerzo (E).
- En el sistema de extracción no controlado y de propiedad común de estos recursos, la tendencia sería igualar el VALor de venta de la extracción (H) y el correspondiente costo total (C), siempre que el precio promedio y el precio unitario seaa iguales a uno.

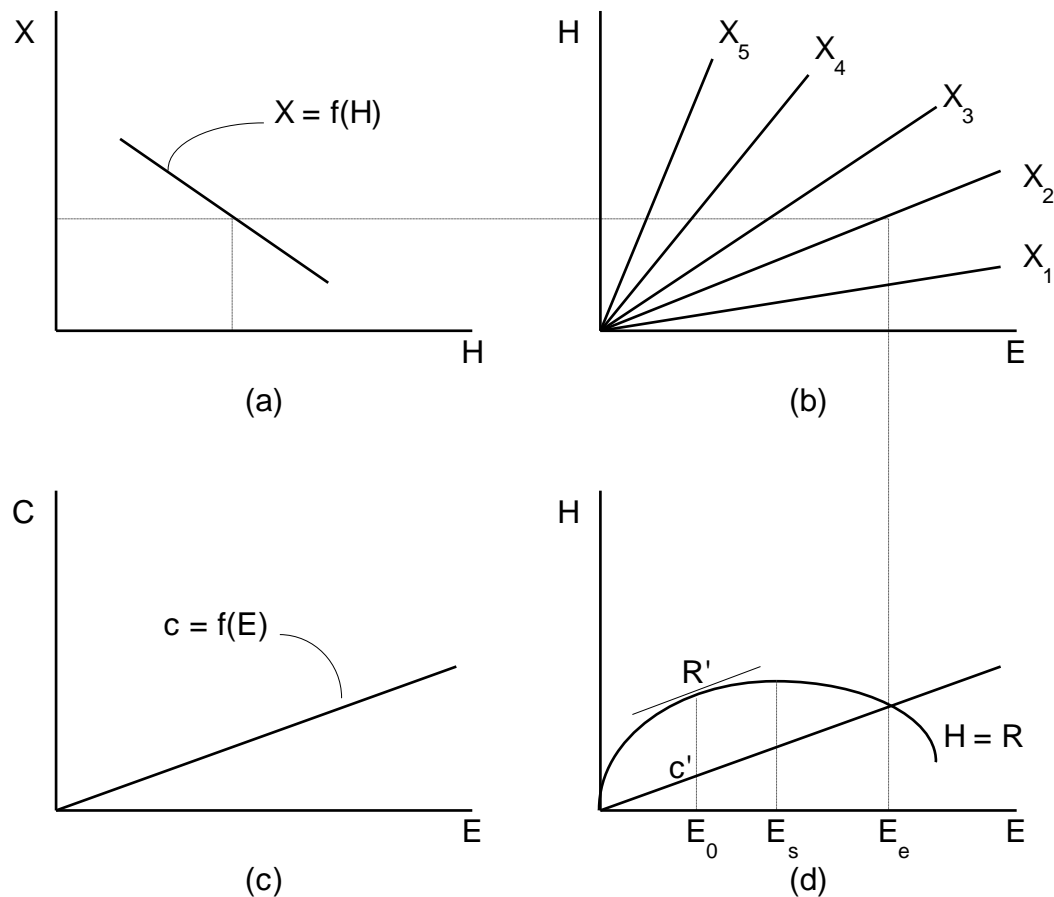
Es decir, se darían estas cuatro ecuaciones:

a) $X = f(H)$

- b) $H = f(X, E)$
- c) $C = f(E)$
- d) $C = H$

El comportamiento y las relaciones de estas funciones aparecen sucesivamente en el conjunto que representa el siguiente gráfico:

El equilibrio bioeconómico de Gordon



En este gráfico, Gordon combina sus cuatro ecuaciones, antes indicadas, en adición a la función de las adiciones periódicas de extracción de los biólogos (H), que en este caso también sería igual a los ingresos totales de la venta de pescado (R).

Si la cuarta ecuación indica que los pescadores, bajo un régimen de libre entrada, dirigen sus esfuerzos hasta un punto en que logren igualar al menos su costo de producción, por ejemplo E_e , en el gráfico (d), entonces este punto estaría a la derecha del punto sostenible E_s , lo que significaría extracción marginal decreciente y disminución sucesiva de los recursos.

Gordon señala que el óptimo económico debe fijarse en el punto donde el ingreso marginal iguala al costo marginal correspondientes ($C' = R'$, cuando

las tangentes de ambas líneas son iguales). Esto es en el punto E_o a la izquierda del punto de extracción sostenible E_s .

De allí se deduce que cuanto mayor sea el costo de extracción menor será el volumen de captura, y menor su diferencia con el nivel de extracción sustentable y viceversa. En otras palabras, un impuesto significaría un menor nivel de extracción y un mayor nivel de biomasa y viceversa. Un subsidio significaría mayor nivel de extracción y menor biomasa.

Por todas estas razones, Gordon plantea una política de control de pesca, para lograr los máximos beneficios económicos derivados de esta actividad y al mismo tiempo preservar los recursos para el futuro. Es decir, establecer el punto de extracción en E_o , en el último gráfico. La propiedad común quedaría sólo para especies pelágicas que migran continuamente.

Esto significa que la extracción económicamente óptima de los recursos pesqueros debe establecerse en el punto E_o , a la izquierda del punto de extracción biológicamente sostenible E_s . Esto se lograría colocando tasas o impuestos por la extracción de este recurso, cuyo VALor sería equiVALente al costo de criar o cultivar este tipo de especie en viveros privados habilitados para esse fin.

Sobre los **recursos minerales** en general son todos los recursos físicos extraídos de la superficie o subsuperficie de la tierra, y cuya composición va desde los elementos más simples (las rocas y materiales de construcción) hasta los más complejos (hierro, oro, plata). Las formas y variedades de cómo se presentan estos recursos son todas conocidas y están correctamente clasificados. Sin embargo, se desconoce su tamaño exacto o magnitud.

El número total de elementos químicos naturales existentes en la tierra llega a 91, de los cuales 72 son metales, 10 no metales y 7 metaloides (Feltre, 1993, p. 48-50). Los mayores y más conocidos stocks inventariados por los geólogos llegan a 65 de los cuales los más utilizados son 56 (Brown, 1994, p. 5-8).

Los **metales** en general son sólidos brillantes, buenos conductores de calor y electricidad y con propiedades de alto punto de fusión, resistentes a la tracción, maleabilidad (para hacer las placas y las láminas), ductibilidad (para hacer hilos) y apropiados para la fabricación de aleaciones (conectándose entre ellos o con otros no-metalicos). Entre estos metales se destacan por su importancia económica el hierro, el estaño, el aluminio, el cobre, el plomo, el zinc etc.

Los **no metales** no tienen las características de los metales, lo que no disminuye su importancia en la producción. Entre ellos se encuentra el carbon, el nitrógeno, el oxígeno, el flúor, el fósforo, el azufre, el cloro, el selenio, el

bromo y el yodo. Los **metaloides** tienen algunas características de los metales; entre ellos tenemos el boro, el silicio, el germanio, el arsénico, el antimonio, el telurio y el polonio.

Dada la gran preponderancia de los metales, lo que sigue se referirán a principalmente a estos elementos. Según los geólogos, hay una amplia disponibilidad de recursos de metal en la corteza terrestre, en la parte que se puede acceder hoy en día y en la que podrá en el futuro (hasta 10 km de profundidad). Según análisis de la composición de las rocas, se calcula los yacimientos existentes según lo expuesto en la siguiente tabla:

Masas de minerales en la corteza terrestre

Metales	Volumen en t	Nivel Promedio Mínimo Explorable %
Aluminio, Al	8×10^{19}	38.00
Hierro, Fe	5×10^{19}	30.00
Níquel, Ni	8×10^{16}	1.00
Cobre, Cu	5×10^{16}	0.50
Plomo, Pb	1.3×10^{16}	5.00
Mercurio, Hg	8×10^{13}	0.20
Plata, Ag	7×10^{13}	0.01
Oro, Au	2×10^{12}	8.00×10^{-4}

Fuente: Elaborado en base a Geoff Brown (1994, op. cit. p. 7 tabla 74).

Esta masa mineral sería el límite superior de las **existencias**, que después de establecer los niveles mínimos que hacen factible su extracción (columna 3 de la tabla) daría lugar a los **recursos** y estos, a su vez, una vez bien localizados y económicamente viabilizados, darían lugar a las **reservas**.

Cuando se trata de dar VALor a estos recursos, aparece una gran cantidad de propuestas, muchas de ellas controversiales, pero cada una de ellas con sus propios criterios. Ya en la práctica se podría aceptar, para las minas que están en operación, este procedimiento:

- 1) Tomar o construir un flujo de caja para la mina, teniendo en cuenta los últimos 10 años de operación. Asegúrese de que en este flujo aparezcan precios desagregados, cantidades y costos, para cada uno de los minerales existentes. Todos estos VALores se presentarían en VALores constantes, tomando como base el último año o año la base de operación.
- 2) Se puede usar el modelo de Pindyck (1978) para hacer las proyecciones de precio final, hasta el agotamiento de las reservas de la mina bajo análisis.
- 3) Descontar de estos precios finales todos los costos correspondientes a todo el proceso de producción (costos implícitos, explícitos y oportunidad), para llegar al precio de los concentrados o minerales, según sea el caso. Para esta operación se puede utilizar el siguiente modelo de Panigassi, (1993, p. 46):

$$P_c = P_m - (TC + RC + D) + C$$

Donde:

P_c = precio de concentrado

P_m = precio de mercado (Londres o New York Stock Exchange)

TC = costo de fundición

RC = costo de refinación

D = las deducciones para las impurezas

C = crédito para los metales preciosos existentes

Dependiendo de las circunstancias, si se pretende calcular el VALor bruto en el campo,

Se debe deducir también los costos de los concentrados y el transporte.

- 4) Proyectar para el futuro una estructura diferenciada de producción y costos, asumiendo el mismo nivel de costos unitarios y teniendo en cuenta los reemplazos y mantenimiento de los activos fijos.
- 5) Construir un flujo de efectivo para el período futuro, usando los datos obtenidos en los items 3 y 4 y descontar estos VALores desde el año base, utilizando una tasa apropiada de descuento.
- 6) Construir un flujo de efectivo, paralelo al anterior, en el que aparezcan datos de los beneficios neto medios descontados, para definir de esta manera la ganancia neta promedio de corte y marcar los importes a deducirse año a año, así como el tiempo de funcionamiento.
- 7) Con los datos de los precios obtenidos en el item 3 y las cantidades óptimas del item 6 volver a calcular los flujos de efectivo descontados y el VAL obtenido sería el VALor de los depósitos de minerales.

Para el caso de minas nuevas, o con poco o ningún grado de historial productivo, debemos considerar los datos de minas similares o parecidas y construir un balance de las operaciones que rellene los datos requeridos en el item 1 y, sobre esa base, hacer los cálculos posteriores.

Como una alternativa a todo el proceso anterior, ya de por sí complicado y sofisticado, hay dos métodos bastante simples que pueden servir, al menos, como referencia rápida sobre el VALor de los depósitos minerales.

El método sugerido por Bosson y Varon (1977, p. 207):

Tomar el VALor de mercado de cada uno de los minerales correspondientes, preferiblemente los de largo plazo, y deducir todos los costos de proceso intermedio, hasta el nivel de comienzo de la operación. Este precio neto sería multiplicado por la cantidad de minerales presentes en la reserva bajo estudio.

Por ejemplo: Si el precio del hierro líquido en el campo es de \$ 0,10 por tonelada y la cantidad de minerales contenidos en los depósitos de la Cia.

VALe do Rio Doce es 41,2 billones de toneladas, entonces el VALor de estos minerales, por lo menos para el caso de hierro, sería de 4,12 billones de dólares. Por supuesto, como la VALe tiene otras reservas tales como bauxita, manganeso, oro, cobre y caolín, todos tendrían que ser eVALuados, como en el caso del hierro, con el fin de obtener el VALor conjunto de estos depósitos.

El método propuesto por R. F. Mikesell (1989, p. 295-6):

Tomar el valor promedio anual del saldo neto de flujos de efectivo de la mina bajo análisis y suponer que es perpetuo; para de esta manera calcular el VAN de esta perpetuidad puede usar la fórmula correspondiente, ya expuesta en el ítem 4.2.

Ejemplo: en el caso de la CIA. Vale do Rio Doce — si el último beneficio neto anual de la empresa fue de \$ 800 millones, entonces:

$$\text{VAN} = 800/0.10 = 8 \text{ mil millones de dólares.}$$

El valor de los depósitos de mineral de Vale do Rio Doce llegaría a \$ 8 mil millones.

Ahora, cuando se trata de conceder licencias para la exploración de estos recursos, si estos son de propiedad pública, por ejemplo, la tasa o royalty anual a pagar sería por lo menos igual al "costo de oportunidad" de estos recursos de capital, cuando hipotéticamente se aplican en un banco, por ejemplo.

Sobre los **recursos energéticos** se entiende que son todas las mercancías que, en su estado natural o modificado, son capaces de generar y producir calor, energía e iluminación, necesarios para la producción y el consumo. Los recursos de energía pueden ser clasificados así (Goldemberg, 1979):

Por su naturaleza	Recursos renovables	no	Aceite Carbón Gas natural Energía nuclear
	Energías renovables		Agua (centrales hidroeléctricas, molinos, navegación). Biomasa (madera, carbón, alcohol, biogás). Solar (secado, calor, energía solar fotovoltaica). Geotermia (calor, electricidad). Eólico (navegación, molinos, bombas). etc.
	Convencional (cuya tecnología se encuentra completamente desarrollada a costos considerados aceptables)		Petróleo Carbón Energía hidroeléctrica Biomasa

Según su grado de aceptación	No convencional (cuya tecnología ya está demostrada, pero todavía plantean problemas de aceptación).	Mareas Vientos Ondas Xisto Geotérmica Fisión nuclear Solar
	Exóticas (cuya tecnología no está demostrada y, por lo tanto, los costos y su aceptación por la sociedad no pueden aún ser evaluados).	Energía solar (panel de celdas) Calor de los océanos Fusión nuclear
Según su grado de transformación química	Primario (si no produce una transformación química antes de usar)	Petróleo, carbón y gas natural (cuando se utiliza como combustible). Centrales nucleares (Fisión) Plantas hidroeléctricas Biomasa
	Secundaria (energía eléctrica generada por fuentes termales)	Petróleo, carbón y gas natural (usado en centrales termoeléctricas).

En la evaluación económica de estos recursos, en el caso de renovables y, específicamente, en el caso de un sitio geográfico con potencial de energía hidroeléctrica, el camino a seguir sería este:

- 1) Estimación de la demanda actual y futura de la energía total del mercado correspondiente y deducir de allí la parte relativa a la energía hidráulica en general y, por tanto, la planta en particular.
- 2) Calcular los costos necesarios para hacer una planta hidroeléctrica que cumpla con todo o parte del déficit identificado en el punto anterior. En estos costos estarían comprendidos la inversión inicial y los gastos de operación, todo en un horizonte de 20 años, por ejemplo.
- 3) De la energía total producida deducir las pérdidas y sobras de producción para así obtener la cantidad de energía a ser comercializada. El precio de venta de esta energía podría ser igual al costo promedio (Estados Unidos), o igual al costo marginal (Francia), o como señala Martin J. M.:

"... A fin de que el suministro más económico para el consumidor sea también para el colectivo nacional, los precios en base a los que los usuarios hacen sus decisiones deberían reflejar los costes que el proveedor deberá soportar para asegurar el suministro adicional. El costo de esto... se llama costo marginal de largo plazo. Este permite la construcción de tarifas variables, dependiendo de las horas y estaciones, que reflejen las diferencias de costo vinculadas al carácter no estacional (estocável) de la electricidad. " Martin J. M. (1990, p. 40).

Estos precios deben estar en armonía con sus sustitutos inmediatos y el precio de equilibrio del mercado.

- 4) En caso de que el proyecto requiera el uso/no uso de tierras de cultivo, pastizales o bosques u otros recursos en general, la renta capitalizada de estos recursos sacrificados debe considerarse como un costo de oportunidad para el proyecto.

- 5) Con los datos de los cuatro elementos anteriores se procede a la preparación de un flujo de efectivo, con un horizonte de 20 años, registrando los ingresos y gastos, para determinar la ganancia neta de cada año.
- 6) Estos beneficios netos anuales serían descontados del presente y, por lo tanto, el valor presente neto sería equivalente al valor de la fuente bajo análisis.

Para otras fuentes de recursos no renovables, como la energía de la biomasa, por ejemplo, además del razonamiento que se acaba de presentar, se deben tener en cuenta los límites biológicos existentes y, para ello, se puede utilizar el razonamiento presentado para los recursos forestales y los recursos pesqueros, en el que se trata de ajustar el óptimo económico al óptimo biológico, para obtener de esta manera un desarrollo sostenible.

f) Conclusiones y extensiones

Las conclusiones y las extensiones son las siguientes:

Conclusiones generales:

- 1) El tema de los recursos naturales ha tenido poco protagonismo en la historia de ideas económicas. Esta declaración puede ser probada no sólo por el número reducido, en la literatura específicas, de las propuestas que ponen relieve a la influencia de los bienes de la naturaleza en la economía, sino también porque tales enfoques no son continuos, sistemáticos ni extensos, a diferencia de otros campos de la ciencia económica.
- 2) Gran parte de la literatura económica sobre los recursos naturales se presenta en los últimos 30 años, motivados por preocupaciones sobre el medio ambiente y por el miedo del agotamiento de tales recursos. Estas razones, sin embargo, descuidan el estudio de los recursos naturales como factor y como materia prima, en el proceso de producción y consumo, así como respecto a los fundamentos teóricos y prácticos para determinar el valor, renta y precio de los recursos naturales.
- 3) Utilizando la lógica de la teoría económica, es incongruente asignar precio cero a los recursos naturales, ya que, en este caso, se utilizarían estos recursos de manera ilimitada e irresponsable. Cobrar una tasa o un impuesto por el uso de estos recursos es necesario para su uso óptimo y para garantizar su preservación.
- 4) En general, se puede considerar las siguientes alternativas para la evaluación económica de una fuente de recursos naturales, según corresponda:
 - (a) La demanda derivada, cuando son considerados insumos o factores de producción.
 - (b) El valor actual neto de todas las devoluciones futuras, debido al uso de estas instalaciones, ya sea como ingreso residual, regalías o rentas.

- (c) El mayor retorno posible a obtener por estos recursos en períodos futuros, teniendo en cuenta que hoy su uso significa una menor oferta en el futuro y, como tal, mayores precios de oferta para ellos.
- (d) Las rentas diferenciales a las que los recursos naturales tienen derecho, por los beneficios particulares que pueden ofrecer, en relación con el promedio de recursos similares en el mercado.

Extensiones:

- 1) Los recursos naturales merecen mayor prioridad en los diferentes campos del análisis económico (consumo, producción, valor, renta, precio etc.), este trato prioritario debería contemplar por igual tanto los recursos renovables como los no renovables.
- 2) Hay una serie de items en el mundo de la economía de los recursos naturales sobre los que abundan investigaciones teóricas e incluso pruebas empíricas, como en los siguientes casos:
 - a) Cómo calcular, en la práctica, los impuestos, subsidios, regalías y otros mecanismos para la evaluación de los recursos naturales.
 - b) Cómo considerar los recursos naturales, incorporando en los proyectos de inversión y otras acciones del día a día.
 - c) Como inventariar y contabilizar la riqueza de recursos naturales, en consonancia con las cuentas nacionales, por ejemplo.
 - d) ¿Existe o no, el peligro de agotamiento y escasez de algunos o de todos los recursos naturales?
 - e) ¿En la extracción de recursos naturales existen rendimientos crecientes, constantes o decrecientes? ¿Cuál es la política tributaria correspondiente?
 - f) ¿Cuál es la magnitud de las externalidades, positivas o negativas, en la extracción y uso de los recursos naturales? Y ¿cuáles son los instrumentos de política para su incentivo/penalización?
 - g) ¿Qué tipo de organización es la más adecuada para la mejor conservación de los recursos naturales? ¿Un sistema de economía competitiva, un sistema de monopolio u otros todavía a ser definido?
 - h) ¿La renta de los recursos naturales, cuando son consideradas como factores o fondos de producción, son parte o no de la estructura de costos y precios?
 - i) ¿Los recursos naturales son bienes públicos?
 - j) ¿Cómo poner en práctica la "teoría de control óptimo", cuando se aplica a los recursos naturales?
 - k) ¿La propiedad de los recursos naturales debe ser pública, privado, común, mixta...?
 - l) Por último, debemos revisar los fundamentos teóricos y hacer pruebas empíricas de todos los métodos existentes para evaluar económicamente los recursos naturales, especialmente los de demanda derivada y los de costo de uso, entre otros.

Algunos de estos items son actualmente motivo de análisis y debate en el mundo académico de los países desarrollados. Es tiempo para pensar en la participación activa y el seguimiento más de cerca, de las otras naciones en los estudios y análisis en torno a este importante asunto.

- 3) Debemos organizar instituciones y/o definir responsabilidades funcionales sobre la investigación, administración y gestión de los recursos naturales. Estas instituciones y responsabilidades deberían ser fundamentalmente gubernamentales, adecuadamente complementadas y apoyadas por iniciativas privadas y por las organizaciones internacionales correspondientes. Esta estructura debería actuar en

forma integrada, sistemática y permanente, para el uso racional y conservación de los recursos naturales.

- 4) Las universidades en general, las instituciones de educación superior y las escuelas de economía en particular, tienen una gran responsabilidad en los aspectos institucionales que acaban de ser destacados, sobre todo en materia de investigación, docencia y extensión universitaria. En este sentido, la resolución del Consejo Federal de Educación (resolución Nº 11 de 26.06.1984), que regula el contenido mínimo de los cursos de economía en Brasil, y que comprende la disciplina "Economía de los Recursos Naturales" representa un punto de partida, aunque no se haya logrado trascendencia, entre otras razones, porque fue considerado en el ítem "Cursos Electivos".

Avances posteriores

Después de la fecha de defensa de este estudio (20/05/1996), hace casi 11 años, han acontecido muchas cosas buenas, como las siguientes:

En 1997 se aprobó la ley Federal 9.433, ley general de recursos hídricos, que faculta el cobro por el uso del recurso agua. Incluso con bastantes reticencias y reparos, poco a poco se va aceptando pagar por el uso de este recurso. Actualmente en São Paulo y Minas Gerais hay procesos en curso para la cobranza indicada.

Desde 1998 está vigente una legislación sobre el pago de regalías por la explotación de depósitos minerales y de petróleo, a favor de los Estados y de los municipios, que en estos días significa una importante fuente de ingresos para estas unidades, dado el ambiente de expansión de estas actividades.

En el año 2000 se creó la Agencia Nacional de Aguas (ANA), encargada de normar y fiscalizar el uso adecuado de los recursos hídricos.

En 2002, Fernando Antonio Slaibe Postalí defiende su tesis de maestría sobre "Renta mineral, división de riesgos y beneficios gubernamentales en la exploración de petróleo en Brasil" en la FEA-USP. Esta tesis obtuvo un primer lugar en los concursos anuales de disertaciones en economía, del BNDES.

En 2006 se publicó un informe elaborado por el Instituto del Hombre y Medio Ambiente de la Amazonía (IMAZON), denunciando la creciente deforestación de la Amazonia brasileña. Sólo un 53% de la Amazonía se mantendría intacto.

Lo que queda por hacer

De aquí adelante, en mi opinión, estos serían los pasos:

- 1) Profundizar y explicitar principios, normas y leyes para explorar los recursos naturales correctamente.
- 2) Hacer un inventario de todos los recursos naturales, por municipios, estados y todo el país en conjunto.
- 3) Crear cursos y disciplinas multidisciplinarios relacionados con los recursos naturales.
- 4) Fortalecer el IBAMA, especialmente en lo que se refiere a los recursos naturales.